

SERTIFIKAT

KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL KE-8

diberikan kepada

ADE LISANTONO

sebagai

PEMAKALAH

Hari Kamis & Jumat, Tanggal 16 - 17 Oktober 2014

*"Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan
Untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia"*

di Institut Teknologi Nasional
Bandung

Atas kerja sama:



itenas



UNIVERSITAS ATMA JAYA
YOGYAKARTA



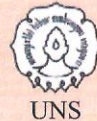
UNIVERSITAS TRISAKTI



UNIVERSITAS
PELITA HARAPAN



UNIVERSITAS
UDAYANA



UNS



UNIVERSITAS
KRISTEN MARANATHA



UNTAR

Ketua Panitia KoNTekS 8

KoNTekS
KONFERENSI NASIONAL TEKNIK SIPIL


Hazairin, Ir., M.T.

PROSIDING **KoNTeKS 8**

**Kota Bandung
Tahun 2014**

**Volume 1 : Struktur - Manajemen Konstruksi
Infrastruktur - Lingkungan**

**Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan
Untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia**

Diselenggarakan oleh:

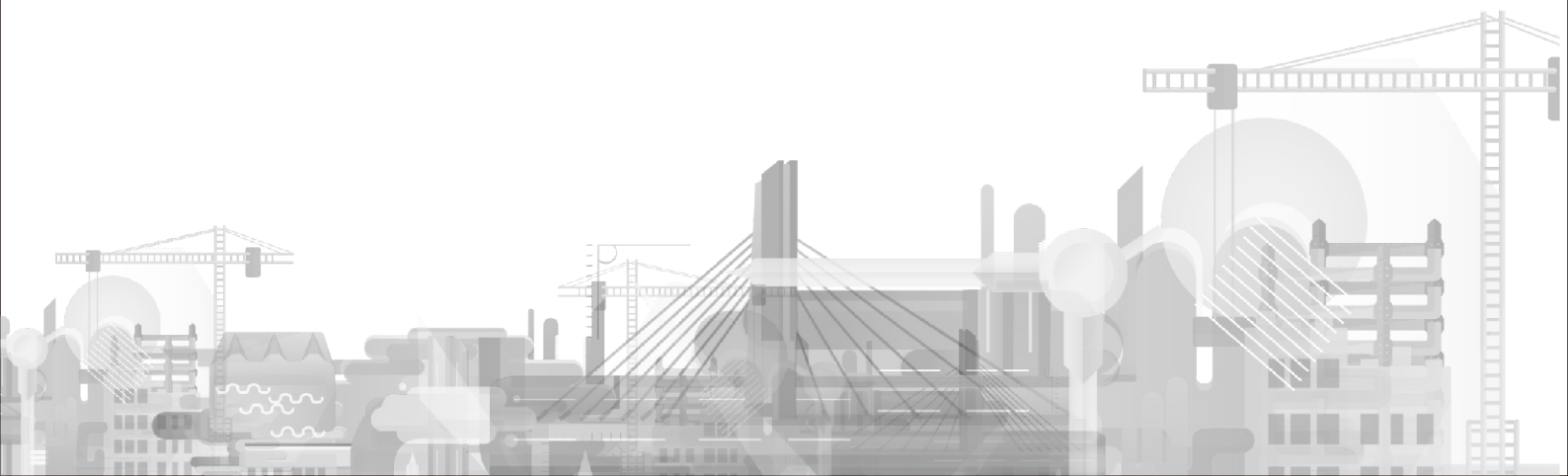


PROSIDING **KoNTeKs 8**

**Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan
Untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia**

**Volume 1 : Struktur - Manajemen Konstruksi
Infrastruktur - Lingkungan**

**Bandung
Tahun 2014**



Buku Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) ke-8
“Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan
Untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia”

Buku Prosiding Volume 1, Cetakan Pertama, 16 Oktober 2014

ISBN 978-602-71432-1-0

Buku ini resmi diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional Bandung
atas kerja sama dengan konsorsium Perguruan Tinggi:
Universitas Atma Jaya Yogyakarta
Universitas Trisakti - Universitas Pelita Harapan - Universitas Udayana
Universitas Sebelas Maret - Universitas Kristen Maranatha - Universitas Tarumanegara

*Dilarang menjual dan menggandakan buku prosiding ini tanpa izin
dari Konsorsium Perguruan Tinggi Penyelenggara KoNTekS*

Kata Pengantar

Dunia rancang bangun dan pengelolaan infrastruktur di Indonesia menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Hal ini dikarenakan tingkat kebutuhan akan infrastruktur yang menunjang perkembangan Indonesia semakin besar seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan peningkatan pemenuhan kebutuhan hidup. Perkembangan yang pesat muncul pada basis-basis wilayah perkotaan, sehingga penanganan wilayah perkotaan khususnya dalam hal penyediaan infrastruktur yang terus berkelanjutan sangat diperlukan untuk menunjang segala bentuk kegiatan di perkotaan yang tidak akan pernah berhenti.

Untuk menghadapi permasalahan dunia infrastruktur perkotaan, baik dalam tahap pra-pembangunan (studi dan perencanaan), tahap pembangunan, maupun tahap pasca pembangunan yang sering disebut dengan tahap operasional dan pemeliharaan, maka dunia akademisi khususnya bidang ke-teknik sipil-an dirasa perlu untuk menyelenggarakan sebuah kegiatan saling bertukar pikiran dan informasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam dunia teknik sipil. Kegiatan yang dilaksanakan adalah Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 8 dengan tema **PERAN REKAYASA SIPIL DALAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PERKOTAAN BERKELANJUTAN UNTUK Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia** yang diselenggarakan di Kota Bandung atas kerja antar perguruan tinggi yaitu Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Trisakti, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Sebelas Maret, Universitas Kristen Maranatha, Universitas Tarumanegara dan Institut Teknologi Nasional sebagai tuan rumah kegiatan. Konferensi Nasional Teknik Sipil ke 8 secara umum dimaksudkan untuk menyediakan wadah saling tukar menukar informasi antar akademisi, praktisi dan mahasiswa bidang teknik sipil mengenai perkembangan ilmu dan teknologi infrastruktur, dan dengan tujuan memberikan masukan bagi pemangku kepentingan dalam meningkatkan kualitas infrastruktur perkotaan berkelanjutan.

Besar harapan kita semua, bahwa acara ini diharapkan dapat menjadi jembatan komunikasi dan informasi, serta dapat turut membantu berbagai pihak dalam mengatasi solusi dari permasalahan infrastruktur perkotaan di Indonesia. Dalam buku prosiding ini telah disusun seluruh hal yang berkaitan dengan infrastruktur perkotaan, sehingga di masa yang akan datang buku ini dapat berguna untuk membantu menemukan solusi dan mungkin dapat memunculkan ide-ide konstruktif yang baru mengenai masalah infrastruktur perkotaan.

Akhir kata, semoga acara konferensi ini dapat terus berlangsung untuk menjaga silaturahmi bagi kita semua.

Bandung, Oktober 2014

Panitia KoNTekS 8

Kata Sambutan

Ketua Panitia KoNTekS 8
Hazairin, Ir., M.T.

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) merupakan pertemuan ilmiah tahunan para pakar, praktisi, perencana, pelaksana, serta akademisi bidang Teknik Sipil. Konferensi ini merupakan wahana saling berbagi dan bertukar pikiran antar sesama peserta tentang pencapaian serta perkembangan terbaru bidang Teknik Sipil melalui serangkaian presentasi dan diskusi yang menarik.

KoNTekS yang pertama dan kedua diselenggarakan pada Tahun 2007 dan 2008 di Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY). Untuk kemudian selanjutnya **KoNTekS** diselenggarakan di Universitas Pelita Harapan Jakarta pada Tahun 2009, Universitas Udayana Bali pada Tahun 2010, Universitas Sumatera Utara Medan pada Tahun 2011, Universitas Trisakti Jakarta pada Tahun 2012, dan Universitas Sebelas Maret Solo pada tahun lalu, Tahun 2013.

Pada Tahun 2014, penyelenggaraan **KoNTekS yang ke-8** diselenggarakan di Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung, berkonsorsium dengan Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), Universitas Pelita Harapan (UPH) Jakarta, Universitas Udayana (Unud) Bali, Universitas Trisakti Jakarta, Universitas Tarumanagara (Untar) Jakarta, Universitas Sebelas Maret (UNS) Solo, dan Universitas Kristen Maranatha (UKM) Bandung. Pada konferensi kali ini tema yang diusung adalah Peran Rekayasa sipil Dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan berkelanjutan Untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia.

Tema ini kami anggap perlu untuk diusung sejalan dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2005-2025 dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah 2010-2014 menyatakan bahwa Indonesia yang maju dan mandiri dapat dilakukan antara lain melalui ketersediaan infrastruktur yang memadai.

Pada Penyelenggaraan **KoNTekS8** kali ini kami mengundang 3 pembicara tamu dan 163 Pemakalah. Pada tahap awal abstrak yang masuk ke panitia berjumlah 241 abstrak makalah dan yang dinyatakan diterima untuk dipresentasikan berjumlah 238 makalah namun sampai dengan batas waktu memasukkan makalah penuh hanya 167 pemakalah yang memasukkan makalah penuhnya. Ke 167 makalah terdistribusi pada Bidang Keahlian Infrastruktur dan Lingkungan masing-masing 3 Makalah, Bidang Keahlian Struktur 39 Makalah, Bidang Keahlian Manajemen dan Rekayasa Konstruksi 36 makalah, Bidang Keahlian Transportasi 31 makalah, Bidang Keahlian Material 20 Makalah, Bidang keahlian Geoteknik 17 Makalah, dan Bidang Keahlian Sumber Daya Air 18 Makalah. Pemakalah yang berpartisipasi pada konferensi ini berasal dari Akademisi, Peneliti, Praktisi, Pegawai Negeri, Pegawai Instansi/lembaga terkait serta Mahasiswa.

Akhirnya kami panitia **KoNTekS8** mengucapkan Terima Kasih Kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY), Universitas Pelita Harapan (UPH) Jakarta, Universitas Udayana (Unud) Bali, Universitas Trisakti Jakarta, Universitas Tarumanagara (Untar) Jakarta, Universitas Sebelas Maret (UNS) Solo, dan Universitas Kristen Maranatha (UKM) Bandung. Serta Pihak Sponsor (PT Adhimix Precast, Bank BNI 46, PT Citra Retrofita Pratama, PT Nasuma Putra dan PT. Indocement Tungal Perkasa Tbk. atas pertisipasinya ini dan tidak lupa kami juga minta permohonan maaf atas kesalahan kami baik lisan maupun tindakan sejak awal sampai dengan penyelenggaraan konferensi terselenggara.

Bandung, Oktober 2014

Ketua Panitia KoNTekS 8

Kata Sambutan

Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Johanes Januar Sudjati, M.T.

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala kasih karunia-Nya maka Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) kembali dapat diselenggarakan pada tahun ini dengan tema Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan dalam Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia. KoNTekS 8 ini dilaksanakan sebagai hasil kerja sama dari 8 perguruan tinggi yaitu: Institut Teknologi Nasional selaku tuan rumah, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Universitas Pelita Harapan, Universitas Udayana, Universitas Trisakti, Universitas Sebelas Maret, Universitas Kristen Maranatha dan Universitas Tarumanagara.

Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) merupakan acara ilmiah teknik sipil berkala yang digagas oleh Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan telah dilaksanakan setiap tahunnya sejak tahun 2007. Sejak tahun 2009, Universitas Atma Jaya Yogyakarta memberikan kesempatan bagi perguruan tinggi lain untuk bermitra menjadi tuan rumah penyelenggara KoNTekS. Melalui konferensi ini para peserta dapat berkumpul dan saling bertukar informasi hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan. Materi yang disampaikan oleh para pembicara diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknik sipil.

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada panitia pelaksana dari Institut Teknologi Nasional yang telah bekerja dengan baik, serta para perguruan tinggi mitra penyelenggara KoNTekS, para pembicara, anggota komite ilmiah, pihak sponsor dan semua pihak yang telah bekerja dan memberikan kontribusinya bagi penyelenggaraan KoNTekS 8 ini. Kami ucapkan selamat mengikuti konferensi dan sampai bertemu lagi pada pelaksanaan KoNTekS di tahun mendatang.

Yogyakarta, 18 September 2014

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil - UAJY**



Kata Sambutan

Rektor Institut Teknologi Nasional Bandung

Dr. Imam Aschuri, Ir., M.T.

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Salam Sejahtera dan Bahagia untuk kita semua

Terlebih dahulu marilah kita awali acara ini dengan memanjatkan pujian kita kepada ALLAH SWT sebagai ungkapan rasa syukur karena hari ini kita masih diberi karunia dan anugerahNya, sehingga kita dapat menghadiri dan berpartisipasi aktif dalam Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-8 pada hari ini di Balai Dayang Sumbi Itenas dalam keadaan sehat walafiat.

Saya menyambut baik penyelenggaraan konferensi ini sebagai salah satu wujud nyata dari upaya bersama, antara akademisi dan praktisi untuk terus mencari solusi dari permasalahan-permasalahan bidang konstruksi dalam pembangunan infrastruktur untuk mempercepat pembangunan ekonomi bangsa dan negara yang kita cintai ini.

Tema yang diangkat dalam Konferensi Nasional Teknik Sipil 8 adalah Peran Rekayasa Sipil dalam Pembangunan Infrastruktur Perkotaan Berkelanjutan untuk Mendukung Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia. Tema ini sangat penting dan strategis untuk kita diskusikan dan rumuskan bersama sebagai sumbangsih kita semua dalam meningkatkan daya saing bangsa sesuai Visi Indonesia 2045.

"Visi Indonesia 2045" telah dirilis dalam Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). Dalam visi tersebut, diproyeksikan bahwa pada tahun 2025 Indonesia akan menjadi negara maju dan sejahtera dengan meraih peringkat 12 besar dunia dan 8 besar dunia pada tahun 2045 melalui pertumbuhan ekonomi tinggi yang inklusif dan berkelanjutan.

Salah satu faktor yang memainkan peranan penting dalam pembangunan ekonomi terutama di negara sedang berkembang seperti Indonesia adalah infrastruktur. Namun demikian untuk mewujudkan pembangunan wilayah perkotaan yang berkelanjutan dibutuhkan infrastruktur yang mendukung tidak hanya untuk kepentingan ekonomi saja tetapi juga mendukung sistem sosial budaya dan sistem ekologi secara terpadu.

Kita semua menyadari bahwa tantangan dan permasalahan yang kita hadapi ke depan untuk pembangunan infrastruktur perkotaan, sungguh jauh lebih berat dan rumit, apalagi ke depan dengan semakin dekatnya pembentukan komunitas ekonomi ASEAN 2015. Jika tidak segera membenahi kebijakan perencanaan pembangunan infrastruktur berkelanjutan baik dari segi ekonomi, social dan lingkungan, maka dampaknya jelas ke daya saing bangsa, sehingga jangan heran kalau negara kita akan dibanjiri barang-barang import dan kita hanya sebagai user dan penonton. Untuk itu, kita sebagai akademisi harus berperan aktif dan membantu untuk memberikan masukan-masukan yang strategis, kreatif dan inovatif bagi pengambil kebijakan dalam membangun infrastruktur berkelanjutan di Indonesia.

Kata Sambutan

Rektor Institut Teknologi Nasional Bandung

Dr. Imam Aschuri, Ir., M.T.

Selain itu, menurut Wakil Menteri Kementrian Pekerjaan umum bahwa tantangan lain yang dihadapi dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia tidak dapat terlepas dari realitas penyebaran penduduk dan urbanisasi, luas wilayah maupun kondisi geografis kepulauan yang ada. Pulau Jawa yang mencakup 7,2 persen dari luas wilayah Indonesia dihuni 58,6 persen penduduk, sementara Kalimantan, Sulawesi dan Maluku/Papua yang luasnya 32,3 persen, 10,8 persen dan 25,0 persen dari luas wilayah Indonesia masing-masing hanya memiliki jumlah penduduk 5,6 persen, 7,3 persen dan 2,0 persen saja.

Demikian pula sebaran infrastruktur yang ada dan integrasi antara infrastruktur dan tata ruang, kalau kita lihat secara kewilayahan lebih dari 70-90 persen infrastruktur terdapat di pulau Sumatera, Jawa dan Bali yang luasnya hanya mencakup sekitar 31 persen dari seluruh wilayah Indonesia. Selain itu pula tingkat pelayanan infrastruktur yang ada juga masih banyak yang kurang memadai.

Pada akhirnya infrastruktur yang berkelanjutan merupakan prasarana pendukung pertumbuhan ekonomi sekaligus pembentuk struktur ruang wilayah harus dapat memberikan pelayanan secara efisien, aman dan nyaman. Di samping itu infrastruktur juga harus dapat memfasilitasi peningkatan produktivitas masyarakat, sehingga secara ekonomi produk-produk yang dikembangkan menjadi lebih mempunyai daya saing. Sedangkan infrastruktur sebagai unsur pembentuk struktur ruang merupakan prasyarat untuk mewujudkan Indonesia yang adil dan sejahtera, baik di wilayah yang telah berkembang, sedang berkembang maupun wilayah pengembangan baru.

Melalui upaya bersama ini, saya sangat mengharapkan, acara konferensi ini dapat menghasilkan rumusan kebijakan dan solusi-solusi yang komprehensif untuk pengembangan infrastruktur yang berkelanjutan dalam membangun kota ke depan, yang hasil tersebut dapat disampaikan kepada semua pemangku kepentingan, khususnya dibidang jasa konstruksi dengan harapan untuk mendorong peningkatan daya saing bangsa. Akhirnya perkenalkan kami menyampaikan selamat mengikuti Konferensi Nasional Teknik Sipil 8 di Itenas dan semoga acara ini mendapatkan berkah dari Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih, serta memperoleh hasil sesuai dengan yang kita harapkan. Amin Ya Rabal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Bandung, Oktober 2014

Rektor Itenas - Bandung

DIDUKUNG OLEH



PT INDOCEMENT TUNGGAL PRAKARSA Tbk.



PT. CITRA RETROFIT PRATAMA



DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Daftar Isi	ii
Kata Pengantar	viii
Kata Sambutan Ketua Panitia KoNTekS 8	ix
Kata Sambutan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta	x
Kata Sambutan Rektor Itenas Bandung	xi

KELOMPOK PEMINATAN STRUKTUR	hal.
PENGARUH PEMODELAN PADA ANALISIS STABILITAS TERHADAP DAYA DUKUNG STRUKTUR BAJA STUDI KASUS: SCAFFOLDING PT.PUTRACIPTA JAYASENTOSA <i>Wiryanto Dewobroto</i>	STR - 1
ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA STRUKTUR GEDUNG TAK BERATURAN AKIBAT BEBAN GEMPA SNI 03-1726-2002 DAN SNI 03-1726-2012 <i>Mario Asneindra, Zulfikar Djauhari, Alex Kurniawandy</i>	STR - 10
ANALISIS GETARAN ACAK PADA STRUKTUR NON-LINIER <i>Anwar Dolu, Anrinsyah Nasution</i>	STR - 22
PREDIKSI KEKUATAN STRUKTUR TRUSS 2D KOMPOSIT BAJA RINGAN - KAYU LAMINASI <i>Hendy Linggo Wibowo, Andreas Triwiyono dan Ali Awaludin</i>	STR - 32
DURABILITAS BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN LEMBARAN GFRP AKIBAT BEBAN FATIK <i>Rudy Djamaluddin, Rita Irmawati, Arbain Tata dan Jamaluddin Bangki</i>	STR - 43
STUDI KEBUTUHAN DAN PEMANFAATAN DATABASE MATERIAL DAN PERALATAN KONSTRUKSI DI INDONESIA <i>Krishna Mochtar</i>	STR - 52
PENGEMBANGAN PROGRAM PERHITUNGAN BERBASIS INTERNET UNTUK PEMBELAJARAN METODE ELEMEN HINGGA <i>Wong Foek Tjong dan Liliana</i>	STR - 61
PENGARUH BAHAN TAMBAH SUPERPLASTICIZER PADA WORKABILITAS KETAHANAN ABRASI DAN KUAT TEKAN BETON GRANOLIT <i>M. Fauzie Siswanto dan Mariati W.</i>	STR - 69
PENGARUH BAHAN TAMBAH BESTMITTEL PADA WORKABILITAS DAN KUAT TEKAN BETON <i>M. Fauzie Siswanto</i>	STR – 75
STUDI PERBANDINGAN HASIL EKSPERIMEN DAN PEMODELAN ELEMEN HINGGA 3D KOLOM PERSEGI DENGAN TULANGAN PENGEKANG YANG DIMODIFIKASI <i>Anang Kristianto dan Iswandi Imran</i>	STR – 82

PERKUATAN KOLOM BETON BERTULANG DENGAN FIBER GLASS JACKET PADA KONDISI KERUNTUHAN TARIK <i>Johanes Januar Sudjati, Lisa Caroline dan Christian Mukti Tama</i>	STR – 90
PERILAKU BEBAN – DEFORMASI PELAT FLEKSIBEL DIDUKUNG DENGAN KOLOM-KOLOM ECO-SICC <i>Agus Setyo Muntohar, Sri Atmaja P. Rosyidi, Willis Diana dan Iswanto</i>	STR – 95
GAYA GESER DASAR SEISMIC BERDASARKAN SNI-03-1726-2002 DAN SNI-03-1726-2012 PADA STRUKTUR GEDUNG GRAND EDGE, SEMARANG <i>Agustinus Agus Setiawan</i>	STR – 102
KUAT LENTUR DAN SERAPAN BUNYI PANEL BETON AGGREGAT PET <i>Kusno Adi Sambowo, Achmad Basuki dan Galuh Chrismaningwang</i>	STR – 112
ANALISIS PLASTIS KAPASITAS SAMBUNGAN BAUT GESER EKSENTRIS DENGAN METODE SECANT <i>Kamaludin</i>	STR - 119
OPTIMASI UKURAN PENAMPANG, TOPOLOGI DAN BENTUK STRUKTUR PADA STRUKTUR RANGKA BATANG RUANG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA HYBRID <i>Richard Frans dan Yoyong Arfiadi</i>	STR – 127
KAJIAN KOMPOSISI CAMPURAN DAN KINERJA NICE-APPEARANCE SELF-COMPACTING CONCRETE <i>Bernardinus Herbudiman dan Siti Nur Raudhatul Fikry</i>	STR – 137
STUDI BETON RINGAN TEKNOLOGI FOAM DENGAN PENGGUNAAN SERAT NON METAL (POLETHYLENE) TERHADAP KUAT TEKAN, TARIK DAN MODULUS ELASTISITAS <i>Purnawan Gunawan, Wibowo dan Muhammad Afaza Muttaqin</i>	STR – 144
KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU PETUNG TEKIKAN <i>Galuh Chrismaningwang, Agus Setiya Budi, Halwan A.S dan Mustamir S.</i>	STR – 153
PENGUJIAN KUAT TARIK ROCK ANCHOR PADA PONDASI MENARA LISTRIK TIPE SINGLE SHAFT STRUCTURE <i>Rivai Sargawi</i>	STR – 161
KAJIAN DAKTILITAS SISTEM PORTAL BERDINDING GESER TERHADAP BEBAN LATERAL <i>Nur Laeli Hajati</i>	STR – 168
PENGARUH PENAMBAHAN METAKAOLIN TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU TINGGI <i>Petrus Peter Siregar dan Ade Lisantono</i>	STR – 176
PENGARUH PENAMBAHAN POLIMER ELASTOMER TERHADAP NILAI MODULUS KEKAKUAN LENTUR DAN SUDUT FASE DARI CAMPURAN MATERIAL PERKERASAN DAUR ULANG <i>Novita Pradani</i>	STR – 181
ANALISIS MODULUS ELASTISITAS DAN ANGKA POISSON CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH SULFUR <i>Ratnasari Ramlan, Arief Setiawan dan Sulaeman Ronta</i>	STR – 189
KAJIAN PENGARUH DISPERSI SERAT SINTETIS TERHADAP PERILAKU LENTUR BALOK <i>Rosidawani, Iswandi Imran, Saptahari Sugiri dan Ivindra Pane</i>	STR – 199
PENGARUH LEBAR CINCIN BAJA DALAM MENGEKANG BETON TERHADAP PENINGKATAN PERFORMA BETON <i>Endah Safitri, Iswandi Imran, Nuroji, dan Solihin Asa Ad</i>	STR – 208

PENGARUH PENGGUNAAN PS BALL TERHADAP KUAT TEKAN BETON <i>Ronald Simatupang dan Naning Diyah Ulfaturosida</i>	STR – 214
KAPASITAS LENTUR TULANGAN BAMBU PETUNG TAKIKAN TIPE V <i>Agus Setiya Budi, Endang Rismunarsi, Galuh Chrismaningwang dan Fitra A.</i>	STR – 221
DEFLEKSI TURAP KANTILEVER BAJA DAN BETON MENGGUNAKAN PLAXIS 2D <i>Herdianto dan Asriwijanti Desiani</i>	STR – 229
USULAN APLIKASI INOVATIF EGFRP STRAP SEBAGAI PENGEKANG EKSTERNAL KOLOM BETON YANG DIBEKANI SECARA AKSIAL KONSENTRIS <i>Ricky Wijoyo, Tavio dan I Gusti Putu Raka</i>	STR – 238
PELUANG PENGGUNAAN SISTEM KLEP PRAKTIS SEBAGAI ALTERNATIF PENGANTI SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN <i>Tavio dan Joi Fiktori</i>	STR – 244
PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK REAKTIF TERHADAP KEKUATAN TEKAN BETON <i>Tavio dan Candra Gunawan</i>	STR – 249
PERILAKU HUBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR BETON NORMAL, MUTU TINGGI DAN BUBUK REAKTIF DENGAN BEBAN LATERAL STATIK MONOTIK <i>Pio Ranap Tua Naibaho, Bambang Budiono, Awal Surono dan Ivindra Pane</i>	STR – 254
PREDIKSI FRAKTUR DAKTIL PADA PENDISIPASI ENERGI PIPA BAJA DENGAN PENDEKATAN MIKROMEKANIK <i>Junaedi Utomo, Muslinang Moestopo, Adang Surahman, Dyah Kusumastuti dan Ivindra Pane</i>	STR – 261
KEKUATAN TAHANAN LATERAL SAMBUNGAN GESER KOMPOSIT BAMBU LAMINASI BETON DENGAN VARIASI PANJANG TERTANAM KONEKTOR (DOWEL) PADA BAMBU DAN BETON <i>Nor Intang Setyo H, Iman Satyarno, Djoko Sulistyo dan T.A Prayitno</i>	STR – 270
STUDI KAPASITAS KOLOM CFST LANGSING DENGAN METODA ANALITIS <i>Lydia dan Tulus Hendranaja Gunawan</i>	STR – 277
PERBANDINGAN NILAI DEFLEKSI DAN REGANGAN HASIL ANALISIS SOFTWARE EVERSTRESSFE TERHADAP HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM MULTILAYER <i>Firdaus Chairuddin, Christian Gerald Daniel, Richard Tungadi dan, Yuada Rumengan</i>	STR – 285
ANALISIS EKSPERIMENTAL BESI BETON SEBAGAI ADHESIVE ANCHOR AKIBAT BEBAN GESER MURNI PADA BETON MUTU RENDAH <i>Johannes Tarigan, Nursyamsi dan Sheila Hani Nasution</i>	STR – 293
GESER DASAR SEISMIK MENURUT SNI 1726:2012 <i>Suradjin Sutjipto</i>	STR – 301
KELOMPOK PEMINATAN MANAJEMEN KONSTRUKSI	hal.
STUDI PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS KOMUNITAS PADA KAWASAN PERMUKIMAN PERKOTAAN DI YOGYAKARTA <i>Amos Setiadi</i>	MK - 1
ANALISA RESIKO DAN PENGENDALIAN K3 PADA PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE AUSTRALIAN/NEW ZEALAND STANDARD (STUDI KASUS : PROYEK PEMBANGUNAN MESJID RAYA DARUSSALAM KOTA PALANGKA RAYA) <i>Subrata Aditama K. A. Uda, Waluyo Nuswantoro, Paramitha Andhini</i>	MK – 17
IDENTIFIKASI KOMPETENSI PERENCANA PERUMAHAN SEBAGAI USAHA	MK – 25

MENGATASI BACKLOG RUMAH TINGGAL LAYAK HUNI DI INDONESIA <i>Albani Musyafa</i>	
STUDI SIMULASI PENJADWALAN PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE FLASH <i>Michael Hendry Saputra dan Yohanes L. D. Adianto</i>	MK – 32
HAMBATAN TENAGA KERJA TERAMPIL DALAM MEMPEROLEH SERTIFIKAT KETERAMPILAN DI BIDANG JASA KONSTRUKSI <i>Anton Soekiman dan Edvina Wahyuni Fitri</i>	MK – 41
LIFE CYCLE ANALYSIS (LCA) EMISI KARBON DIOKSIDA PADA PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS PADA BANGUNAN TINGKAT TINGGI) <i>Hermawan, Puti Farida Marzuki, Muhamad Abduh dan R. Driejana</i>	MK – 50
MODEL HUBUNGAN FAKTOR KETIDAKPASTIAN YANG MEMPENGARUHI KINERJA WAKTU PROYEK KONSTRUKSI MENGGUNAKAN BAYESIAN BELIEF NETWORK <i>Fahirah F., Tri Joko Wahyu Adi dan Nadjadji Anwar</i>	MK – 57
NILAI KERUSAKAN BANGUNAN RUMAH TINGGAL AKIBAT BENCANA GEMPA BUMI DI KABUPATEN BENER MERIAH <i>Saiful Husin, Fachrurrazi dan Ziana</i>	MK – 65
MODEL ESTIMASI ANGGARAN BIAYA REHABILITASI RUMAH TINGGAL AKIBAT BENCANA GEMPA BUMI <i>Tripoli, Mahmuddin dan Mubarak</i>	MK – 73
PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS TENAGA KERJA LOKAL DENGAN TENAGA KERJA YANG DIDATANGKAN DI KOTA PALU (PEKERJAAN BANGUNAN GEDUNG) <i>Nirmalawati dan Andi Subhan Nur</i>	MK – 80
STUDI TENTANG FAKTOR YANG MENENTUKAN BIAYA KUALITAS PADA PROYEK PERUMAHAN <i>Herry Pintardi Chandra</i>	MK – 88
STUDI KASUS TENTANG KEPUASAN PENGHUNI SEBUAH PERUMAHAN DI SURABAYA <i>Herry Pintardi Chandra</i>	MK – 96
FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB TERJADINYA WASTE MATERIAL PADA PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG (KASUS PEMBANGUNAN GEDUNG REKTORAT BLOK B DAN RUMAH SAKIT PENDIDIKAN UNIVERSITAS TADULAKO) <i>Andi Asnudin, Mastura Labombang</i>	MK – 104
KARAKTERISTIK KEWIRAUSAHAAN PADA MANAJER PROYEK KONSTRUKSI <i>Ferianto Raharjo dan Harijanto Setiawan</i>	MK – 111
RELASI ANTARA KEPUASAN KERJA, GAYA KEPEMIMPINAN, DAN PENERAPAN PROGRAM KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3) PADA PROYEK KONSTRUKSI <i>Leonardus A. Satriawan dan Peter F. Kaming</i>	MK – 121
TINGKAT KEMATANGAN MANAJEMEN PROYEK PADA INDUSTRI KONSTRUKSI <i>Peter F kaming, Wurfram I. Ervianto dan Gideon R. Gardiawan</i>	MK – 129
STRATEGI PENETAPAN HARGA DALAM TENDER PROYEK OLEH KONTRAKTOR <i>Peter F. Kaming, Harijanto Setiawan, dan Dhany I. Kartolo</i>	MK – 137
CONSTRUCTION WASTE PADA PROYEK-PROYEK KONSTRUKSI DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA <i>Peter F. Kaming, Ferianto Raharjo dan Hario Wejoseno</i>	MK – 146

OPTIMASI JUMLAH SEGMENT DALAM PENERAPAN LINE OF BALANCE DENGAN PENDEKATAN LINEAR PROGRAMMING <i>Muhammad Rizky Waskito Aribowo dan Bambang E. Yuwono</i>	MK – 155
STUDI PENDEKATAN LIFE CYCLE COST (LCC) PADA BANGUNAN RUKO (STUDI KASUS BANGUNAN RUKO LANTAI DI KOTA SORONG) <i>Suriano Buyung</i>	MK – 162
STUDI PENDAHULUAN MENGENAI ANATOMI SENGKETA KONSTRUKSI PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL DI INDONESIA <i>Felix Hidayat dan Muchammad Sarwono Purwa Jayadi</i>	MK – 171
DUALISME KEBIJAKAN PEMERINTAH SEBAGAI SALAH SATU MENGENAI IJIN PENERUKAN PENYEBAB SENGKETA KONSTRUKSI DI INDONESIA STUDI KASUS : PP NO. 5/2010 DAN PERMENHUB NO. 52/2011 <i>Felix Hidayat</i>	MK – 184
IDENTIFIKASI FAKTOR KETERLAMBATAN PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI <i>Dewi Yustiarini, Rochany Natawidjana dan Erlina Fransiska</i>	MK – 191
KAJIAN KOEFISIEN UPAH PEKERJAAN DINDING BATA BANGUNAN TIGA LANTAI <i>Hazairin, Bernardinus Herbudiman dan Handi Rusmiyadi</i>	MK – 198
PENGARUH KOMPETENSI PERANCANG ARSITEKTUR TERHADAP KEBERHASILAN PELAKSANAAN PROYEK BANGUNAN GEDUNG HUNIAN DI JAKARTA BARAT <i>Manlian Ronald Adventus dan Jonathan Walewangko</i>	MK – 205
KOMPONEN BIAYA YANG SIGNIFIKAN MEMPENGARUHI ESTIMASI BIAYA KONSTRUKSI JALAN LINGKAR <i>Fajar S Handayani</i>	MK – 216
STUDI RISIKO PROYEK KONSTRUKSI DI SUMATERA BARAT DENGAN METODA CONTENT ANALYSIS ARTIKEL BERITA SURAT KABAR <i>Benny Hidayat dan Anggraini Rasidi</i>	MK – 217
ANALISIS PRODUKTIVITAS PABRIKASI BALOK BAJA <i>HONEYCOMB</i> <i>Sandy Sasmita dan Theresita Herni S.</i>	MK – 221
PENGUKURAN PRODUKTIVITAS PEKERJAAN KONSTRUKSI MENGGUNAKAN ASTM E-2691-11: APLIKASI DAN KETERBATASANNYA <i>Andreas Wibowo, Anton Soekiman dan Wahyu Wuryanti</i>	MK – 245
MENENTUKAN KEWAJARAN HARGA PENAWARAN RELATIF TERHADAP HARGA PERKIRAAN SENDIRI <i>Andreas Wibowo</i>	MK – 253
STUDI WILLINGNESS TO PAY (WTP) KONTRAKTOR UNTUK PREMI ASURANSI KECELAKAAN PEKERJA TERAMPIL KONSTRUKSI <i>Fransiscus Donny dan Andreas F.V. Roy</i>	MK – 261
PERBANDINGAN HARGA RANGKA ATAP BAJA RINGAN BENTUK ATAP LIMASAN PADA BERBAGAI JENIS PENUTUP ATAP <i>Zaenal Arifin</i>	MK – 269
BAR BENDER SCHEDULLING TULANGAN BETON DENGAN MS VISUAL BASIC 6.0 <i>Widi Hartono, Sofa Marwoto, Sugiyarto dan Paula Krisma Wardani</i>	MK – 277
PRIORITAS PEMELIHARAAN GEDUNG KELURAHAN DI KOTA SURAKARTA <i>Widi Hartono, Sugiyarto dan Abdul Aziz Nurdin B.</i>	MK – 286

PENGARUH SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA TERHADAP CAPAIAN <i>GREEN CONSTRUCTION</i> OLEH KONTRAKTOR DALAM PROYEK GEDUNG DI INDONESIA <i>Wulfram I. Ervianto</i>	MK – 297
KAJIAN ESTIMASI BIAYA PARAMETRIK PADA TAHAP PERENCANAAN BANGUNAN GEDUNG PASCA GEMPA <i>Afrizal dan Yohanes L.D. Adiarto</i>	MK – 303
 KELOMPOK PEMINATAN INFRASTRUKTUR	 hal.
INOVASI GAMBOOSTER (GADJAH MADA BAMBOO SHELTER) SEBAGAI <i>SMART AND ECO FRIENDLY TEMPORARY SHELTER</i> BAGI KORBAN BENCANA <i>Puji Utomo, Erwin Novian Zein, Abdul Halil Mubaraq Mursidi, Agung Wahyu Utomo dan Lutfi Afipah Oktorin</i>	INF - 1
INOVASI BOX PUZZLE SHELTER (BPS) SEBAGAI HUNIAN SEMENTARA BAGI KORBAN BENCANA YANG PRAKTIS <i>Erwin Novian Zein, Puji Utomo dan Annisa Firlani</i>	INF - 8
MODEL PENGAMBILAN KEPUTUSAN KERJASAMA PEMERINTAH-SWASTA DALAM PENGEMBANGAN RUMAH SUSUN DI SURABAYA METROPOLITAN AREA <i>Tri Joko W. Adi, Ria A. A. Soemitro dan Farida Rahmawaty</i>	INF - 15
 KELOMPOK PEMINATAN LINGKUNGAN	 hal.
KETERPADUAN REKAYASA PENGELOLAAN AIR HUJAN DAN SISTEM BATA BERTAUTAN DALAM MENCIPTAKAN MASYARAKAT-DESA SEHAT DAN SEJAHTERA <i>Susilawati Cicilia Laurentia dan Baltasar Dore</i>	L – 1
PENGEMBANGAN MODUL LATIH ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN (AMDAL) BERBASIS GIS DAN SISTEM DINAMIK <i>Rina Marina Masri, Wahyu Wibowo, dan Mardiani</i>	L – 9
PERILAKU TANAH GAMBUT BERSERAT YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN KAPUR DAN ABUTERBANG <i>Yulianto F. E. dan Harwardi F</i>	L - 18

PENGARUH PENAMBAHAN METAKAOLIN TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU TINGGI

Petrus Peter Siregar¹ dan Ade Lisantono²

¹*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44, Yogyakarta
Email: petrus_peter92@yahoo.com*

²*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari 44, Yogyakarta
Email: adelisantono@mail.uajy.ac.id*

ABSTRAK

Tuntutan beton mutu tinggi mulai diperlukan seiring dengan tuntutan pada bangunan modern. Dengan demikian saat ini diperlukan pengembangan dalam teknologi beton untuk mendapatkan beton mutu tinggi dengan bahan lokal. Pada penelitian ini akan dilakukan studi tentang pengaruh penambahan metakaolin terhadap beton mutu tinggi yang berbasis *silica fume*, *superplasticizer*, dan pasir kwarsa. Kadar *silica fume* dan pasir kwarsa yang ditambahkan sebanyak 10% dari berat semen, sedangkan kadar *superplasticizer* yang digunakan sebesar 2% dari berat semen. Pengujian dilakukan dengan membuat silinder beton dengan ukuran diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas beton mutu tinggi. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Sedangkan pengujian modulus elastisitasnya dilakukan pada umur beton 28 hari. Variasi penambahan metakaolin sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terhadap berat semen. Berdasarkan pengujian diperoleh kuat tekan rata-rata pada 28 hari untuk silinder BMT, BMTM 5%, BMTM 10%, BMTM 15%, BMTM 20%, BMTM 25% berturut-turut sebesar 37,6547 MPa, 35,9104 MPa, 58,6384 MPa, 34,9274 MPa, 48,8576 MPa, dan 49,0534 MPa. Terlihat bahwa kuat tekan beton maksimum terjadi pada silinder dengan penambahan metakaolin sebesar 10%. Sedangkan modulus elastisitas rata-rata pada umur 28 hari untuk silinder BMT, BMTM 5%, BMTM 10%, BMTM 15%, BMTM 20%, BMTM 25% berturut-turut sebesar 32.030,67 MPa, 30.147,33 MPa, 28.869,33 MPa, 27.755 MPa, 27.227,67 MPa, dan 33.878,67 MPa. Terlihat bahwa modulus elastisitas maksimum terjadi pada silinder dengan penambahan metakaolin sebesar 25%. Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan beton mutu tinggi terjadi pada benda uji dengan penambahan metakaolin sebesar 10% yaitu dengan kenaikan sebesar 55,726 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin. Sedangkan kenaikan modulus elastisitas beton mutu tinggi paling tinggi terjadi pada benda uji dengan penambahan metakaolin sebesar 25 % yaitu dengan kenaikan sebesar 5,769 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin.

Kata Kunci: Beton mutu tinggi, metakaolin, *silica fume*, pasir kwarsa, kuat tekan, modulus elastisitas.

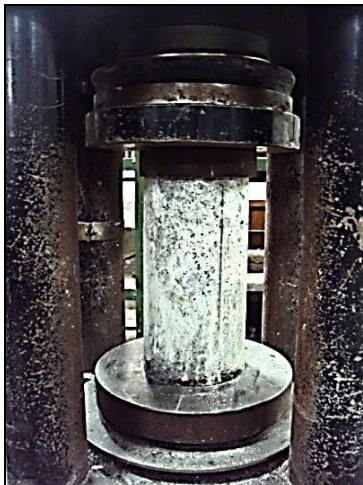
1. PENDAHULUAN

Beton merupakan material yang sangat penting dan banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan dalam konstruksi bangunan seperti rumah, kantor, apartemen, jembatan, pelabuhan, bendungan, jalan dan bangunan lainnya. Beton saat ini banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena mudah dibentuk sesuai yang diinginkan serta bahan susunnya mudah didapat atau dapat menggunakan material setempat. Selain mudah dibentuk serta bahan mudah didapat, kekuatan dan mutu beton dapat dirancang sesuai dengan yang diinginkan. Beton merupakan campuran antara semen portland, agregat, air, dan terkadang ditambahi dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serta sampai dengan bahan bangunan non-kimia pada perbandingan tertentu (Tjokrodinuljo, 2007). Seiring tuntutan pembangunan yang membutuhkan bahan dengan kekuatan yang tinggi, maka saat ini banyak dikembangkan beton mutu tinggi. Beton mutu tinggi merupakan suatu bahan yang dibuat dari campuran beton (semen, agregat, air) dengan penambahan zat aditif, sehingga dapat membentuk kekuatan beton yang tinggi. Upaya untuk mendapatkan beton mutu tinggi yaitu dengan meningkatkan mutu material pembentuknya, misalnya kekerasan agregat, kehalusan butir semen, dan dengan pemberian bahan tambah atau zat aditif. Menurut SNI 03-6468-2000 bahwa beton mutu tinggi merupakan beton yang memiliki kekuatan tekan di atas 41,40 MPa.

Kaolin merupakan salah satu mineral tanah liat (lempung) yang mengandung beberapa lapis aluminium silikat. Kaolin jika mendapat perlakuan panas atau dibakar akan menghasilkan Metakaolin yang mempunyai kandungan Silika dan Alumina. Dengan demikian Metakaolin merupakan material yang potensial untuk pembuatan beton (Khatib, 2009). Dalam dekade ini Metakaolin telah banyak dipakai untuk pembuatan beton. Mediyanto et al. (2010) melakukan penelitian penggunaan Metakaolin untuk pembuatan beton ringan pasca bakar, sedangkan Lisantono dan Hatmoko (2012) telah memanfaatkan Metakaolin untuk pembuatan beton geopolimer dimana Metakaolin pada penelitian ini digunakan sebagai bahan substitusi atau pengganti semen. Melihat Metakaolin yang mempunyai kandungan Silika dan Alumina dan bersifat sebagai pozzolan yang akan bereaksi dengan kapur hasil hidrasi semen dan sebagai pengisi pori (*filler*) serta berpotensi sebagai bahan pembuat beton, maka perlu kiranya dilakukan penelitian penggunaan Metakaolin untuk pembuatan beton mutu tinggi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk pembuatan benda uji digunakan material yang terdiri dari agregat halus berupa pasir yang berasal dari Kali Progo, Kulon Progo, Yogyakarta. Agregat kasar berupa kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Sebagai bahan ikat untuk adukan beton digunakan Semen Portland Gresik. Bahan tambah yang digunakan adalah Metakaolin yang berasal dari Kabupaten Gunungkidul yang dibakar pada suhu 800 °C selama 6 jam dan lolos saringan No. 100. Bahan tambah lain yang digunakan adalah *Silica fume*. dan *Superplasticizer*. Sedangkan untuk pengisi rongga (*filler*) pada adukan beton digunakan pasir kwarsa. Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Variasi penambahan Metakaolin sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% terhadap berat semen. Kuat tekan beton yang akan diuji pada umur beton 7, 14, dan 28 hari sedangkan untuk pengujian modulus elastisitasnya hanya diuji pada umur beton 28 hari. Mix desain beton mutu tinggi mengikuti SNI 03-6468-2000. Pada saat pembuatan adukan beton, nilai slump yang direncanakan sebesar 200 mm. Perawatan benda uji silinder yang dilakukan dengan cara merendam silinder beton pada bak air. Sehari sebelum dilakukan pengujian, silinder beton dikeluarkan dari rendaman untuk dikeringkan dalam suhu ruangan. Pengujian kuat tekan beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Pengujian dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM) dengan merk ELE. Sedangkan pengujian modulus elastisitas beton dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) merk *Shimadzu* UMH-30. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton diperlihatkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan



Gambar 2. Pengujian Modulus Elastisitas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan bahan

1. Agregat Halus

- a. Pemeriksaan Kandungan organik pada pasir sesuai dengan warna *Gardner Standard Color* No. 8 sehingga pasir dapat dipergunakan.

- b. Pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir < 5% sehingga pasir dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.
 - c. Modulus halus butir agregat halus sebesar 3,21 yang sesuai dengan ketentuan modulus halus butir agregat halus sebesar 1,5-3,8.
 - d. Dalam pengujian agregat halus didapat berat jenis $2,7308 \text{ gr/cm}^3$ dan penyerapan 1,147 %.
 - e. Hasil pemeriksaan kadar air yang didapat pada agregat halus adalah sebesar 2,3934 %.
2. Agregat Kasar
- a. Pemeriksaan kandungan lumpur dalam krikil < 1% sehingga kerikil dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.
 - b. Berdasarkan syarat mutu kekuatan agregat dengan *Los Angeles* untuk beton kelas III (di atas 20 MPa) adalah maksimum 27 %. Hasil pemeriksaan didapat 24,96 % < 27 %, sehingga memenuhi syarat.
 - c. Modulus halus butir agregat kasar sebesar 6,423 yang sesuai dengan ketentuan modulus halus butir agregat kasar sebesar 5-8.
 - d. Dalam pengujian agregat kasar didapat berat jenis $2,6739 \text{ gr/cm}^3$ dan penyerapan 1,5244 %.
 - e. Hasil pemeriksaan kadar air yang didapat pada agregat kasar adalah sebesar 1,335 %.
3. Metakaolin
- Metakaolin yang merupakan hasil pembakaran telah diujikan komposisi kimiawinya di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan (BBTKL) Yogyakarta. Hasil pengujian komposisi Metakaolin dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimiawi metakaolin

Elemen kimia	Kandungan (%)
SiO ₂	39,99
Al ₂ O ₃	5,57
Fe ₂ O ₃	0,39
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	45,95
Hilang Pijar	1,72
CaO	0,03
MgO	0,79
SO ₃	Tidak Terdeteksi
K ₂ O	0,22
Na ₂ O	0,29
H ₂ O	0,04

Tabel 1 di atas memperlihatkan bahwa kandungan SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ pada metakaolin yang dibakar pada suhu 800⁰ C selama 6 jam sebesar 45,95 %.

Kuat tekan dan modulus elastisitas beton

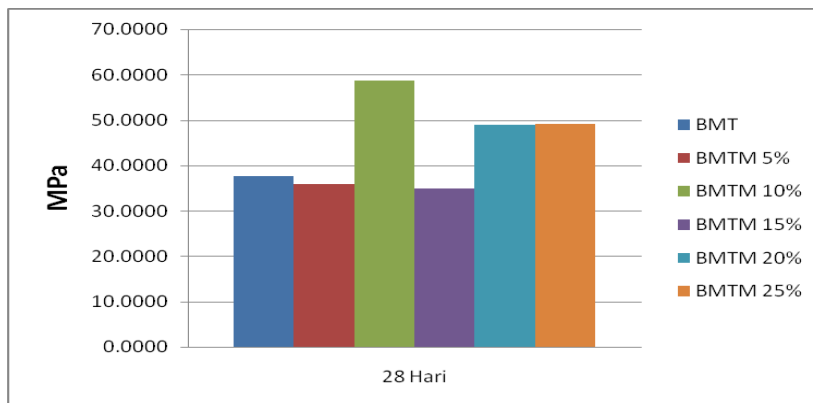
Hasil kuat tekan silinder beton diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuat tekan beton

Nama	Umur 7 Hari		Umur 14 Hari		Umur 28 Hari	
BMT (MPa)	40.1719		67.3688		36.5076	
	39.8952	38.6092	73.1123	72.0345	38.4223	37.6547
	35.7604		75.6224		38.0342	
BMTM 5% (MPa)	64.6240		50.6163		34.5656	
	70.4876	62.5965	75.1428	68.8707	36.1947	35.9104
	52.6780		80.8530		36.9710	
BMTM 10% (MPa)	47.6285		57.1059		56.4768	
	48.9073	49.3034	57.8512	58.7983	58.3637	58.6384
	51.3744		61.4379		61.0748	
BMTM 15%	52.6997	54.6829	57.1891	59.3770	33.9545	34.9274

Nama	Umur 7 Hari		Umur 14 Hari		Umur 28 Hari	
(MPa)	54.0082		59.3861		33.7441	
	57.3409		61.5558		37.0835	
BMTM 20% (MPa)	56.0609		55.8014		48.2596	
	61.1257	59.6927	56.7980	58.4822	49.1247	48.8576
	61.8917		62.8471		49.1884	
BMTM 25% (MPa)	47.4203		57.6716		48.4282	
	48.8857	50.5063	60.4979	60.3027	48.1956	49.0534
	55.2128		62.7386		50.5364	

Jika hasil pengujian kuat tekan beton disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 hari

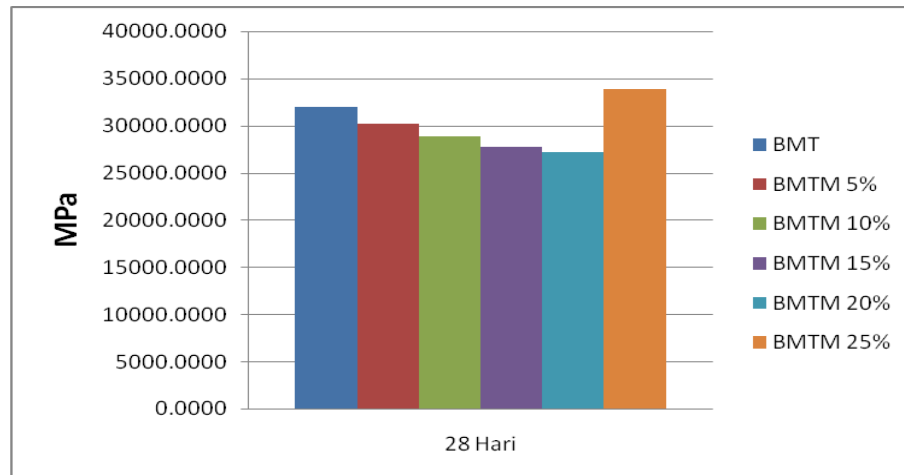
Pada pengujian kuat tekan umur beton umur 28 hari dapat dilihat beton dengan penambahan metakaolin sebesar 10 % memiliki kuat tekan tertinggi yaitu 58,638 MPa. Terlihat bahwa penambahan metakaolin sebesar 10 % dapat meningkatkan kuat tekan beton mutu tinggi sebesar 55,726 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin.

Sedangkan modulus elastisitas beton diuji pada umur beton 28 hari. Hasil pengujian modulus elastisitas beton umur 28 hari disajikan pada Tabel 3 tersebut di bawah ini.

Tabel 3. Modulus elastisitas beton

Keterangan	Modulus Elastisitas Umur 28 Hari (MPa)
BMT	32030.666
BMTM 5%	30147.333
BMTM 10%	28869.333
BMTM 15%	27755.000
BMTM 20%	27227.666
BMTM 25%	33878.666

Jika modulus elastisitas beton umur 28 hari di atas disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Grafik Modulus Elastisitas Beton Umur 28 Hari

Dari hasil pengujian modulus elastisitas di atas dapat dilihat bahwa peningkatan modulus elastisitas beton tertinggi terjadi pada penambahan metakaolin sebesar 25%. Terlihat bahwa penambahan metakaolin sebesar 25 % dapat meningkatkan modulus elastisitas beton mutu tinggi sebesar 5,769 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari untuk spesimen BMT, BMTM 5%, BMTM 10%, BMTM 15%, BMTM 20%, BMTM 25% berturut-turut adalah 37,6547 MPa, 35,9104 MPa, 58,6384 MPa, 34,9274 MPa, 48,8576 MPa, dan 49,0534 MPa.
2. Nilai modulus elastisitas beton rata-rata pada umur 28 hari untuk spesimen BMT, BMTM 5%, BMTM 10%, BMTM 15%, BMTM 20%, BMTM 25% berturut-turut adalah 32.030,67 MPa, 30.147,33 MPa, 28.869,33 MPa, 27.755 MPa, 27.227,67 MPa, dan 33.878,67 MPa.
3. Kuat tekan beton tertinggi umur 28 hari terjadi pada spesimen dengan penambahan metakaolin sebesar 10% yaitu sebesar 58,6384 MPa. Terlihat bahwa penambahan metakaolin sebesar 10 % dapat meningkatkan kuat tekan beton mutu tinggi sebesar 55,726 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin.
4. Modulus elastisitas beton tertinggi umur 28 hari terjadi pada spesimen dengan penambahan metakaolin sebesar 25% yaitu sebesar 33.878,67 MPa. Terlihat bahwa penambahan metakaolin sebesar 25 % dapat meningkatkan modulus elastisitas beton mutu tinggi sebesar 5,769 % dibandingkan dengan benda uji tanpa penambahan metakaolin.

DAFTAR PUSTAKA

- Khatib, J.M. (2009). Low Temperature Curing of Metakaolin Concrete. *Journal of Materials in Civil Engineering*, ASCE, Vol. 21, No. 8, pp. 362-367.
- Lisantono, A. dan Hatmoko, J.T. (2012). "The Compressive Strength of Geopolymer Concrete Made with Baggase Ash and Metakaolin", *Dinamika Teknik Sipil, Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, ISSN 1411-8904, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Volume 12, No. 1, Januari 2012, 6-10.
- Mediyanto, A., Safitri, E. dan Purnomo, S. (2010). Kajian Kuat Tekan Beton Ringan Metakaolin Berserat Aluminium Pasca Bakar, *Jurnal Media Teknik Sipil*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Volume X, No. 2, Juli 2010.
- SNI 03-6468. (2000). *Tata Cara Perencanaan Campuran Beton Berkekuatan Tinggi Dengan Semen Portland dan Abu Terbang*, Badan Standar Nasional.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.